

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-180173

(43)Date of publication of application : 06.07.1999

(51)Int.Cl.

B60K 17/04
B60K 17/344
B60L 11/14
F02D 29/02

(21)Application number : 09-351599

(71)Applicant : MITSUBISHI MOTORS CORP

(22)Date of filing : 19.12.1997

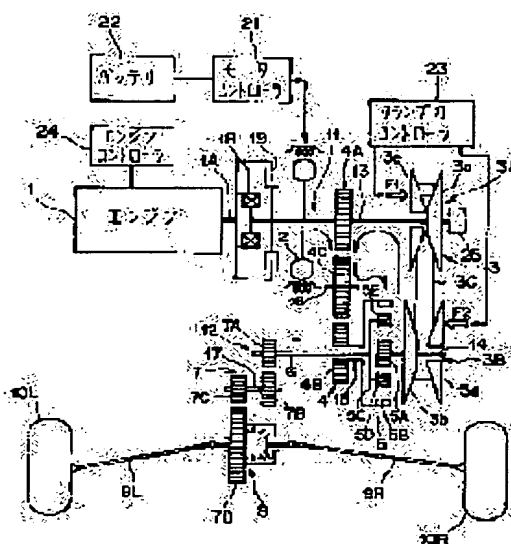
(72)Inventor : HIRAMATSU TAKEO

(54) DRIVING UNIT FOR HYBRID ELECTRIC VEHICLE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To effectively drive a vehicle, obtain a large accelerating power with a small engine and motor, and brake with high energy efficiency by regenerative braking.

SOLUTION: This driving unit comprises an engine 1, a motor and generator 2, a continuously variable transmission 3 provided with a rotation axis as an input shaft 13 driven by the engine 1 and the motor and generator 2, a planetary gear mechanism 5 with two degrees of freedom and three elements that are provided either on the input shaft 13 or an output shaft 14 of the continuously variable transmission 3, and a driving output shaft 6 that outputs a driving force from the planetary gear drive 5 to driving wheels 10L and 10R. The three elements of the planetary gear mechanism 5 are configured so that a first element 5B is linked to the input shaft 13 of the continuously variable transmission 3, a second element 5A is linked to the output shaft 14 of the continuously variable transmission 3, and a third element 5C is connected to a driving output shaft 6.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 19.06.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 13.03.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

THIS PAGE DELINED (00110)

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-180173

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月6日

(51) Int. Cl.⁸

識別記号

F I

B 6 0 K 17/04
17/344

B 6 0 K 17/04
17/344

G

B 6 0 L 11/14

B 6 0 L 11/14

Z

F 0 2 D 29/02

F 0 2 D 29/02

D

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号

特願平9-351599

(22) 出願日

平成9年(1997)12月19日

(71) 出願人 000006286

三菱自動車工業株式会社
東京都港区芝五丁目33番8号

(72) 発明者 平松 健男

東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車
工業株式会社内

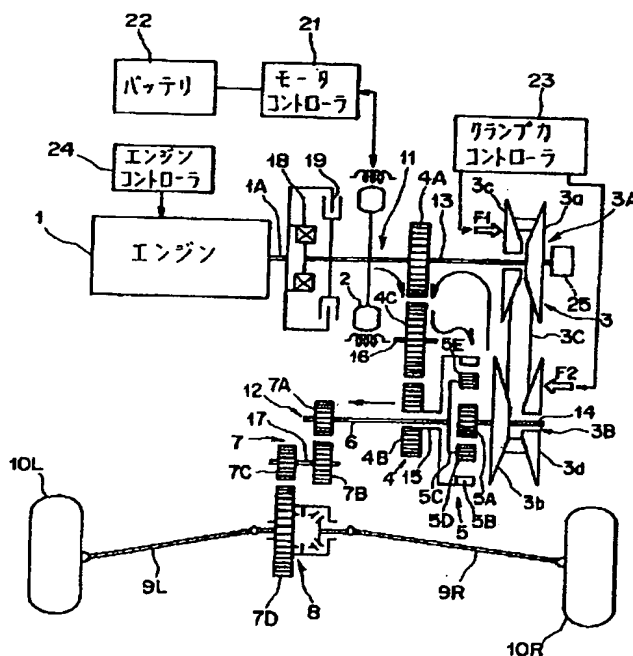
(74) 代理人 弁理士 真田 有

(54) 【発明の名称】 ハイブリッド電気自動車用駆動装置

(57) 【要約】

【課題】 ハイブリッド電気自動車用駆動装置に関し、効率よく車両を駆動でき、小型のエンジン及びモータで大きな発進出力を得ることができ、回生制動によりエネルギー効率よく制動を行なえるようにすることができるようにする。

【解決手段】 エンジン1と、モータ兼発電機2と、エンジン1及びモータ兼発電機2により駆動される回転軸を入力軸13としてそなえられた無段変速機3と、無段変速機3の入力軸13又は出力軸14上に設けられた2自由度3要素型の遊星歯車機構5と、遊星歯車機構5から駆動輪10L、10R側へ駆動力を出力する駆動出力軸6とをそなえ、遊星歯車機構5の3要素のうちの第1の要素5Bが無段変速機3の入力軸13に連結され、第2の要素5Aが無段変速機3の出力軸14に連結され、第3の要素5Cが駆動出力軸6に連結されるよう構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 エンジンと、

電力供給を受けるとモータとして作動し回転駆動力を受けると発電機として作動しうるモータ兼発電機と、
該エンジン及び該モータ兼発電機により駆動される回転軸を入力軸としてそなえられた無段変速機と、
該無段変速機の該入力軸又は出力軸上に設けられた2自由度3要素型の遊星歯車機構と、
該遊星歯車機構から駆動輪側へ駆動力を出力する駆動出力軸とをそなえ、
該遊星歯車機構の該3要素のうちの第1の要素が該無段変速機の該入力軸に連結され、該3要素のうちの第2の要素が該無段変速機の該出力軸に連結され、該3要素のうちの第3の要素が該駆動出力軸に連結されていることを特徴とする、ハイブリッド電気自動車用駆動装置。

【請求項2】 該エンジンと該無段変速機の該入力軸との間に、該エンジン側の回転は該入力軸側へ伝達するが該入力軸側の回転は該エンジン側には伝達しないワンウェイクラッチが介装され、該エンジンを停止させながら、該モータ兼発電機のモータ作動による該入力軸の駆動、又は、該入力軸からの回転を受けた該モータ兼発電機の発電が可能に構成されていることを特徴とする、請求項1記載のハイブリッド電気自動車用駆動装置。

【請求項3】 該ワンウェイクラッチと並列に、該モータ兼発電機の駆動により該エンジンを始動させるための始動用クラッチが設けられていることを特徴とする、請求項2記載のハイブリッド電気自動車用駆動装置。

【請求項4】 該無段変速機が、該入力軸にそなえられ固定シブ及び可動シブからなる第1プーリと、該出力軸にそなえられ固定シブ及び可動シブからなる第2プーリと、該第1プーリ及び該第2プーリに巻回されたベルトとからなるベルト式無段変速機により構成されていることを特徴とする、請求項1記載のハイブリッド電気自動車用駆動装置。

【請求項5】 該エンジンと該モータ兼発電機と該無段変速機の該入力軸とが第1の軸線上に、該無段変速機の該出力軸と該駆動出力軸とが第2の軸線上にそれぞれ配設され、

該第1プーリが該第1の軸線の一端部に配設されるとともに、該第2プーリが該第2の軸線の一端部に配設され、

該遊星歯車機構が該第1の軸線上又は該第2の軸線上における該第1プーリ又は該第2プーリよりも他端側に隣接して配置され、

該第1プーリ及び該第2プーリのうち同軸上に該遊星歯車機構をそなえない方のプーリにおいては、該固定シブが該ベルトを挟んで該一端側に配設され該可動シブがベルトを挟んで該他端側に配設されるとともに、該固定シブのさらに一端寄りに、補機類を駆動する動力取出部が設けられていることを特徴とする、請求項4記載

のハイブリッド電気自動車用駆動装置。

【請求項6】 該無段変速機の変速状態を、該無段変速機で伝達する駆動力が目標値になるように制御することを特徴とする、請求項1記載のハイブリッド電気自動車用駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、エンジンとモータとにより駆動輪に動力を供給しうる、ハイブリッド電気自動車用駆動装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、環境保護の観点から電気自動車の開発が進められているが、実用に供する電気自動車としては、車両にエンジン（一般に、内燃機関）を搭載したいわゆるハイブリッド電気自動車が開発され、既に量産化されている。一般に、ハイブリッド電気自動車では、車載のエンジンを走行用モータと共に或いは走行用モータの代わりに車両の駆動のために用いたり、車載のエンジンを発電のために用いたりする。このエンジンにより発電する場合、発電した電力は、モータの電源であるバッテリーを充電するために用いたり、走行用モータを駆動するために直接的に用いたりすることができる。

【0003】例えば図9は現在生産されているシリーズパラレル併用方式のハイブリッド電気自動車用駆動装置（第1従来技術）の構成を模式的に示す図であり、図10はその要部構成を示す図である。図9に示すように、モータ101からの出力はモータ出力軸101Aからギヤ機構102の入力側ギヤ103に出力されるようになっており、この入力側ギヤ103の回転軸103Aには遊星ギヤ機構104が接続されている。一方、エンジン105からの出力は、エンジン出力軸（クランク軸）105Aから遊星ギヤ機構104に出力され、遊星ギヤ機構104から入力側ギヤ103へ伝達されて、モータ101からの出力にエンジン105からの出力が付加されて、ギヤ機構102の出力側ギヤ106から駆動軸107、駆動輪108へと伝達される。

【0004】遊星ギヤ機構104は、図9、図10に示すように、モータ出力軸（即ち、入力ギヤ103の回転軸）101Aに一体回転するように結合されたリングギヤ104Aと、エンジン105の出力軸105Aに一体回転するように結合されたキャリア104Bと、このキャリア104Bに回転（自転）自在に軸支されリングギヤ104Aと噛合する複数の（ここでは4つ）のプラネタリピニオン104Cと、各プラネタリピニオン104Cと噛合するサンギヤ104Dとをそなえている。

【0005】また、サンギヤ104Dは、エンジン105の出力軸105Aの外周に同軸に装着された中空軸109を介して、発電機110のロータ110Aと一体回転するように接続されている。モータ101及び発電機110は、インバータ111を介してバッテリー112に

接続されており、モータ101はインバータ111により回転速度（以下、回転数という）や放電状態及び充電状態を制御され、発電機110はインバータ111により発電（充電）状態を制御されるようになっている。

【0006】そして、エンジン105は、高負荷近傍のみで運転し、エンジン105の余剰出力は、発電機110で電力に変換してモータ101の駆動のために、直接又はバッテリー112を一旦充電してこのバッテリー112介して間接的に利用されるようになっている。また、停車時、例えば20km/h以下の極低速走行時、満充電時には、エンジン105を停止して、モータ101のみにより車両を駆動して、エンジン105の作動により生じる排ガスや騒音を抑制させるようになっている。

【0007】さらに、エンジン105は、最高回転数を最高値（例えば4000rpm程度）以下に抑えて、エンジンの低フリクション化を図り、さらに、高膨張比サイクルで熱効率を向上させるように設定されている。ま*

*た、モータ101は、低回転、高トルク型のものを採用して、ギヤ比切換機構なしで従来車並の低速駆動力を確保できるようになっている。

【0008】このようなモータ101の採用とともに、遊星ギヤ機構104によりモータ101とエンジン105と発電機110とを連結することで、モータ101とエンジン105と発電機110との相互間の回転比を変えることで、ギヤ比切換機構やクラッチ機構といったその他の動力伝達系を用いることなく、車速制御を行なえるようになっている。

【0009】このハイブリッド電気自動車用駆動装置では、その駆動モードを、以下の表1に示すように、①停車、②発進・極低速、③定常走行、④加速、⑤減速・制動の5つのモードに分類することができる。

【0010】

【表1】

走行モード	①停車	②発進・極低速	③定常走行*2	④加速	⑤減速・制動
エンジン	停止*1	←	駆動運転*3,*6	←	空転
モータ	停止	駆動運転	←	←*5	エネルギー回生
発電機	停止	逆回転（空転）	発電	←	空転
バッテリー	充放電なし	放電	充放電なし*4	放電	充電
備考	*1 A/C作動時やバッテリー低下時はエンジンを駆動	20km/h以下の時	*3 発電機でエンジンを始動 *4 バッテリー低下時は充電 *6 満充電時はエンジンを停止	*5 バッテリー電力でモータ出力をUP	モータで制動エネルギーを回生

*2 エンジンによる直接駆動と、エンジン→発電機→モータ駆動の併用

【0011】モード①の停車時には、エンジン105、モータ101、発電機110はいずれも停止しており、バッテリー112の充放電はない。ただし、エアコン等の補機類の作動時やバッテリー112の残存容量が低下した場合には、例えば発電機110をモータ作動させてエンジン105を始動して、エンジン105の出力により発電機110により発電を行ない、この発電電力により補機類の駆動やバッテリー112の充電を行なう。

【0012】モード②の発進時や極低速走行時（例えば車速が20km/h以下の時）には、エンジン105は停止させてモータ101を駆動運転状態とし、発電機110は逆回転（空転）状態とする。したがって、バッテリー112は放電状態となる。もちろん、エアコン等の補機類の作動時やバッテリー112の残存容量が低下した場合には、モード①と同様に、エンジン105を作動させて、発電機110により発電を行ない、この発電電力により補機類の駆動やバッテリー112の充電を行なう。

【0013】モード③の定常走行時には、発電機110でエンジン105を始動して、モータ101及びエンジン105を共に駆動運転状態とする。このときには、エ

ンジン105からの出力の一部によって駆動された発電機110の発電電力がモータ101に供給されるので、基本的にはバッテリー112の充放電はないが、バッテリー112の容量が低下した場合には発電機110の発電電力の一部でバッテリー112を充電する。また、バッテリー112が満充電状態の場合には、エンジン105を停止してバッテリー112を放電させてモータ101のみで駆動する場合もある。

【0014】モード④の加速走行時や登坂時には、発電機110でエンジン105を始動して、モータ101及びエンジン105を共に駆動運転状態とするが、このときには、エンジン105により駆動された発電機110の発電電力だけでなく、バッテリー112からの電力もモータ101へ供給してモータ101を駆動してモータ101の出力を上昇させ、出力を上昇させたモータ101の出力とエンジン105の出力とによって、車両を駆動する。したがって、このときには、バッテリー112は放電状態となる。

【0015】モード⑤の減速走行時や制動時には、エンジン105は空転状態となり、モータ101はエネルギー

軸 9 L, 9 R に連結された駆動軸 10 L, 10 R とをそ
なえて構成されている。

【0037】ここでは、エンジン 1 には内燃機関が用い
られており、このエンジン 1 はエンジンコントローラ 2
4 により回転速度や出力を制御されるようになってい
る。また、モータ兼発電機 2 は、モータコントローラ 2
1 によってモータ作動状態と発電機作動状態とを切り替
えられ、モータ作動時には、バッテリー 22 からの電力に
より回転して駆動力を出力し、発電機作動時には、駆動
軸側から回転力を受けて回転し発電を行ない、この発電
電力によりバッテリー 22 を充電するようになっている。

【0038】CVT 3 は、入力側プーリ 3 A と、出力側
プーリ 3 B と、これらの入力側プーリ 3 A 及び出力側プ
ーリ 3 B に巻回されたベルト 3 C とからなるベルト式無
段変速機により構成されており、入力側プーリ 3 A 及び
出力側プーリ 3 B は、それぞれ、固定シブ 3 a, 3 b
及び可動シブ 3 c, 3 d から構成される。そして、例
えば油圧により可動シブ 3 c, 3 d に加えるベルトク
ランプ力 F_1 , F_2 を調整することで、入力側プーリ 3
A 及び出力側プーリ 3 B の有効径を調整して、入力側プ
ーリ 3 A と出力側プーリ 3 B との回転速度の比（以下、
速度比という） $r (=N_2 / N_1, N_2 : N_1 : - \text{軸目}$
の入力側プーリ 3 A の回転数、二軸目の出力側プーリ 3
B の回転数) を制御しようようになっている。このベル
トクランプ力 F_1 , F_2 の調整は、クランプ力コントロ
ーラ 23 を通じて行なわれるようになっている。

【0039】3 軸嚙合歯車 4 は、入力ギヤ 4 A と、出力
ギヤ 4 B と、これらの入力ギヤ 4 A 及び出力ギヤ 4 B と
の間に介装されて入力ギヤ 4 A 及び出力ギヤ 4 B にそれ
ぞれ嚙合する中間ギヤ 4 C とから構成される。ここで
は、各ギヤ 4 A, 4 B, 4 C ととも歯数が等しく設定され
ており、入力ギヤ 4 A と出力ギヤ 4 B とは、同方向に等
速回転するようになっている。

【0040】遊星ギヤ機構 5 は、図 1, 図 2 に示すよう
に、ダブルピニオン式のものが用いられており、サンギ
ヤ 5 A と、リングギヤ 5 B と、プラネタリキャリア 5 C
との 3 つの入出力要素をそなえ、サンギヤ 5 A 及びリン
グギヤ 5 B にそれぞれ嚙合するプラネタリピニオン 5
D, 5 E がプラネタリキャリア 5 C に回転（自転）自在
に軸支されてなる 2 自由度 3 要素型遊星ギヤ機構として
構成される。プラネタリピニオン 5 D, 5 E は互いに嚙
合し、インナピニオン 5 D がサンギヤ 5 A に、アウトピ
ニオン 5 E がリングギヤ 5 B に、それぞれ嚙合してい
る。

【0041】そして、エンジン 1 及びモータ兼発電機 2
は一軸目である第 1 の軸線 11 上に配設され、遊星ギヤ
機構 5 は二軸目である第 2 の軸線 12 上に配設されてお
り、CVT 3 及び 3 軸嚙合歯車 4 は、これらの第 1 の軸
線 11 と第 2 の軸線 12 との間に介装されている。つま
り、第 1 の軸線 11 上には、一端（図 1 中の左端）側か

らエンジン 1, モータ兼発電機 2, 3 軸嚙合歯車 4 の入
力ギヤ 4 A の順で配置され、他端（図 1 中の右端）に C
VT 3 の入力側プーリ 3 A が配置されている。また、第
2 の軸線 12 上には、他端（図 1 中の右端）側から C V
T 3 の出力側プーリ 3 B, 遊星ギヤ機構 5, 3 軸嚙合歯
車 4 の出力ギヤ 4 B の順で配置され、一端（図 1 中の左
端）に減速ギヤ機構 7 の第 1 ギヤ 7 A が配置されてい
る。3 軸嚙合歯車 4 の中間ギヤ 4 C の軸（中間軸）16
は、第 1 の軸線 11 と第 2 の軸線 12 との間に介設され
ている。

【0042】第 1 の軸線 11 上で、モータ兼発電機 2 の
出力軸、3 軸嚙合歯車 4 の入力ギヤ 5 A の回転軸及び C
VT 3 の入力側プーリ 3 A の回転軸（CVT 入力軸）
は、一体の回転軸 13 として構成されている。また、エ
ンジン 1 の出力軸 1 A とモータ兼発電機 2 側の回転軸
（CVT 入力軸）13 との間には、ワンウェイクラッチ
18 と始動クラッチ 19 とが併設されている。

【0043】ワンウェイクラッチ 18 は、エンジン 1 側
の回転を CVT 入力軸 13 側へ伝達するが CVT 入力軸
13 側の回転はエンジン 1 側には伝達しないように構成
されている。始動クラッチ 19 は、エンジン始動時に、
エンジン 1 の出力軸 1 A とモータ兼発電機 2 側の回転軸
13 とを連結して、モータ兼発電機 2 側（即ち、CVT
入力軸 13 側）の回転をエンジン 1 側に伝達してエン
ジン 1 を始動させるもので、始動後には、結合を解除さ
れ、CVT 入力軸 13 側の回転はエンジン 1 側には伝達
しないようになっている。

【0044】また、第 2 の軸線 12 上には、CVT 3 の
出力側プーリ 3 B を軸支する回転軸（CVT 出力軸）1
4 と、3 軸嚙合歯車 4 の出力ギヤ 4 B を軸支する回転軸
（3 軸嚙合歯車出力軸）15 と、遊星ギヤ機構 5 の出力
軸（駆動出力軸）6 とが、それぞれ別個に設けられてお
り、これらの 3 つの回転軸 14, 15, 6 がそれぞれ遊
星ギヤ機構 5 の 3 要素に結合されている。

【0045】つまり、遊星ギヤ機構 5 の 3 要素、即ち、
サンギヤ 5 A, リングギヤ 5 B, キャリア 5 C をそなえ
るが、3 要素のうちのいずれか一つの要素（第 1 の要
素）が CVT 入力軸 13 側の 3 軸嚙合歯車出力軸 15 に
連結され、3 要素のうちの残りのうちの一方の要素（第
2 の要素）が CVT 出力軸 14 側に連結され、3 要素の
残りの要素（第 3 の要素）が駆動出力軸 6 に連結されて
いる。

【0046】本実施形態では、リングギヤ 5 B が第 1 の
要素に、サンギヤ 5 A が第 2 の要素に、プラネタリキャ
リア 5 C が第 3 の要素に、それぞれ対応している。つま
り、リングギヤ（第 1 の要素）5 B が 3 軸嚙合歯車出力
軸 15（即ち、CVT 入力軸 13 側）に、サンギヤ（第
2 の要素）5 A が CVT 出力軸 14 側に、プラネタリキャ
リア（第 3 の要素）5 C が駆動出力軸 6 に、それぞれ
連結されている。

【0047】また、減速ギヤ機構7は、駆動出力軸6に固設された第1ギヤ7Aと、中間軸17に固設された第2ギヤ7B、第3ギヤ7Cと、差動機構8の入力ギヤとしてそなえられた第4ギヤ(リングギヤ)7Dとをそなえ、第1ギヤ7Aと第2ギヤ7Bとが噛合し、第2ギヤ7Bと第3ギヤ7Cとは一体回転し、第3ギヤ7Cと第4ギヤ7Dとが噛合している。

【0048】そして、第2ギヤ7Bの歯数は第1ギヤ7Aの歯数よりも大きく、第3ギヤ7Cの歯数は第2ギヤ7Bの歯数よりも小さく、第4ギヤ7Dの歯数は第3ギヤ7Cの歯数よりも大きいので、第4ギヤ7Dは、これらの歯数比に応じた減速比で第1ギヤ7Aよりも低速回転して、差動機構8、駆動軸9L、9Rを介して駆動輪10L、10Rを回転駆動するようになっている。

【0049】ところで、遊星ギヤ機構5では、エンジン1及び/又はモータ兼発電機2から出力された回転駆動力を、3軸噛合歯車4を通じてリングギヤ5Bに入力され、CVT3を通じてサンギヤ5Aに入力されるが、減速ギヤ機構7に駆動力を出力する駆動出力軸6の回転速度(即ち、単位時間当たりの回転数、以下、回転数という) N_{out} 、即ち、プラネタリキャリア5Cの回転数 N_c ($=N_0$) は、このようなリングギヤ5Bの回転数 N_b とサンギヤ5Aの回転数 N_s ($=N_1$) とに対応したものになる。

【0050】例えば図3は駆動出力軸6即ちプラネタリキャリア5Cの回転数 N_c と、リングギヤ5Bの回転数 N_b と、サンギヤ5Aの回転数 N_s との関係を示す速度線図である。なお、図3において、 Z_b はリングギヤ5Bの歯数を、 Z_s はサンギヤ5Aの歯数を示す。図3中に示す直線①のように、サンギヤ5Aの回転数 N_s とリングギヤ5Bの回転数 N_b との比 (N_b/N_s) が、各歯数の逆数比 $\{(1/Z_s)/(1/Z_b)\}$ と一致した場合 ($N_b/N_s = Z_s/Z_b$) には、プラネタリキャリア5Cの回転数 N_c は0となり、駆動出力軸6は、CVT入力軸13の回転状態、即ち、エンジン1やモータ兼発電機2の回転状態に係わらず停止し、車両は停止状態となる。

【0051】そして、サンギヤ5Aとリングギヤ5Bとの回転数比(以下、速度比という) N_b/N_s が、歯数の逆数比 Z_s/Z_b よりも大きくなれば、プラネタリキャリア5Cの回転数 N_c は、直線②のように負(即ち、プラネタリキャリア5Cは逆転)となり、速度比 N_b/N_s が、歯数の逆数比 Z_s/Z_b よりも小さくなれば、プラネタリキャリア5Cの回転数 N_c は、直線③、④、⑤のように正(即ち、プラネタリキャリア5Cは正転)となる。

【0052】つまり、サンギヤ5Aとリングギヤ5Bとの速度比 N_b/N_s を調整するだけで、エンジン1やモータ兼発電機2の回転状態に係わらず車両の停止と前進と後退とを切り換えることができる。また、この速度比

N_b/N_s の調整により、駆動出力軸6(即ち、駆動輪10L、10R)の速度や駆動出力軸6(即ち、駆動輪10L、10R)へ伝達される駆動力をも制御することができる。

【0053】このようなサンギヤ5Aとリングギヤ5Bとの速度比は、CVT3の入力プーリ3Aと出力プーリ3Bとの速度比 r ($=N_b/N_s$) に対応するので、CVT3の入力プーリ3Aと出力プーリ3Bとの速度比 r を制御すれば、車両の停止、前進、後退の切り換えや、車両の駆動力(出力トルク)の制御や車速の制御も行なうことができるのである。

【0054】図4は、CVT3の速度比(ベルト変速比ともいう) r ($=N_b/N_s$) に対するCVT3のトルク比特性を示すもので、ここでは、速度比 r が1.8の時に、駆動出力軸6が停止するもの(即ち、 $Z_s/Z_b = 1.8$)としている。図4中、実線は入力トルク(入力軸13にエンジン1及びモータ兼発電機2から入力されるトルク) T_i に対する駆動出力軸6から出力されるトルク(駆動軸トルク) T_o の比 (T_o/T_i : 出力軸トルク/入力軸トルク)を示し、破線は入力プーリ3Aに入力されるトルク T_{ri} に対する駆動出力軸6から出力される駆動軸トルク T_o の比 (T_o/T_{ri} : 出力軸トルク/入力プーリトルク)を示す。

【0055】駆動ロスが全くなければ、速度比 r が1.8の前後で出力軸トルク T_o は無限大になるが、実際には駆動ロスがあるため、速度比 r が1.8よりも僅かに減少すれば、前進方向へ大きなトルク比 T_o/T_i (ここでは、11.1)でトルクが発生し、速度比 r がさらに減少すれば、前進方向へのトルク比 T_o/T_i は次第に減少する。

【0056】また、速度比 r が1.8よりも僅かに増加すれば、後進方向へ大きなトルク比 T_o/T_i (ここでは、-10.8)でトルクが発生し、速度比 r がさらに増加すれば、後進方向へのトルク比 T_o/T_i は次第に減少する。また、CVT3の構造上の制約から、速度比 r には下限・上限があり、ここでは、速度比 r の下限値は0.43、上限値は2.43としている。

【0057】入力プーリトルク T_{ri} に対する駆動出力軸トルク T_o の比 (T_o/T_{ri}) は、図4中の破線に示すように、速度比 r が小さくなるのにしたがって入力プーリトルク T_{ri} が相対的に減少するため、速度比 r の減少に応じて増加する。さらに、図5は、前進時のトルク比及び効率を、入力軸13の回転数 N_{iN} ($=N_1$, N_1 : 入力プーリ3Aの回転数)に対する駆動出力軸6の回転数 N_{out} ($=N_c$, N_c : プラネタリキャリア5Cの回転数)の比、即ち、変速比 N_{out}/N_{iN} に関して示したものである。なお、横軸には変速比 N_{out}/N_{iN} とともに減速比 N_{iN}/N_{out} を示している。

【0058】図5に示すように、変速比が大きいほど(即ち、減速比が小さいほど)、駆動系の効率は高くな

るが、この効率特性は、従来の自動変速機や手動変速機よりも優れたものになっている。また、当然ながら、変速比が大きいくほど（即ち、減速比が小さいほど）、トルク比は小さくなっている。ところで、CVT3の速度比 $r (=N_2/N_1)$ は、可動シーブ3c、3dに加えるベルトクランプ力 F_1 、 F_2 を調整することで行なえるので、CVT3において駆動関係が成立するためのパラメータは、ベルトクランプ力 F_1 、 F_2 、CVT3の速*

$$\begin{aligned} r &= N_2 / N_1 & \dots (1) \\ r &= T_1 / T_2 & \dots (2) \\ f(r, F_1, F_2, T_1) &= 0 & \text{〔クランプ力と伝達トルクとの関係〕} \dots (3) \\ N_2 &= N(V) & \text{〔車速Vに対応して決まる〕} \dots (4) \\ T_1 &= T(N_1) & \text{〔エンジン及びモータ兼発電機の出力特性で決まる〕} \dots (5) \end{aligned}$$

したがって、例えばベルトクランプ力 F_1 、 F_2 を調整してCVT3による伝達トルクがそのときの運転条件（車速、アクセル開度、道路勾配、旋回半径等）に最適な値となるように調整して、エンジン及びモータ兼発電機の出力を調整することで、速度比 r を調整しながら、駆動トルク（駆動出力軸6からの出力トルク）延いては車速 V を調整することができる。

【0060】このように、本ハイブリッド電気自動車用駆動装置では、ベルトクランプ力 F_1 、 F_2 を調整することで、駆動輪への伝達トルクを制御することができ、そこで、本駆動装置では、従来のCVTの駆動概念とは異なる駆動概念で、CVT3の駆動を行なうようになっている。つまり、従来のCVTは、エンジンから発生する駆動力を受けて、この駆動力を、入力プーリと出力プーリとの半径比により決まる速度比 $r (=N_2/N_1)$ で出力して車両を駆動しており、単なる変速機として受動的に機能していたが、本駆動装置のCVT3は、入力プーリ3Aと出力プーリ3Bとの各ベルトクランプ力 F_1 、 F_2 を制御することで、ベルト3Cで伝達する駆動力を制御しようとするもので、CVT3を能動的に駆動するものである。

【0061】このため、本CVT3では、車速センサ（図示略）で検出された車速、アクセル開度センサ（図示略）で検出されたアクセル開度、道路勾配センサ（図示略）で検出された道路勾配、操舵センサ（図示略）の検出情報等から算出される旋回半径に基づいて、クランプ力コントローラ23により、入力プーリ3Aと出力プーリ3Bとのそれぞれの最適なベルトクランプ力を逐次設定して、この設定した値に基づいてベルトクランプ力 F_1 、 F_2 を調整するようになっている。

【0062】例えば車両の停止時には、車両の停止時には、CVT3の速度比 $r (=N_2/N_1)$ が所定値（ここでは、1.8）となるように、入力プーリ3Aと出力プーリ3Bとの各ベルトクランプ力 F_1 、 F_2 を制御する。そして、発進時には、例えば入力プーリ3Aのベル

* 度比（入出力軸間の速度比） $r (=N_2/N_1)$ 、CVT入力軸13の回転速度 N_1 、CVT出力軸14の回転速度 N_2 、CVT入力軸13に入力されるトルク（入力軸トルク）を T_1 、CVT出力軸14から出力されるトルク（出力軸トルク）を T_2 の7つとなり、ベルトスリップがなく効率100%を仮定すると、以下の5式が成立する。

$$\begin{aligned} & \text{【0059】} \\ & \dots (1) \\ & \dots (2) \\ & \dots (3) \\ & \dots (4) \\ & \dots (5) \end{aligned}$$

トクランプ力 F_1 を増加させると、速度比 $r (=N_2/N_1)$ が所定値（1.8）よりも低下して、前進トルクが得られ、例えば出力プーリ3Bのベルトクランプ力 F_2 を増加させると、速度比 $r (=N_2/N_1)$ が所定値（1.8）よりも増加して、後退トルクが得られ、各方向への発進を行なうことができる。

【0063】例えば図6に示すように、両ベルトクランプ力 F_1 、 F_2 の相関関係から、車両の前進トルク又は後退トルクとして所望の大きさのトルクを発揮させることができるようになっている。図6において、 $T_1=0$ の直線は、速度比 $r (=N_2/N_1)$ が定常的に所定値（1.8）となるようにしてCVT3への入力トルク T_1 を0とするベルトクランプ力 F_1 、 F_2 の対応関係を示すもので、このときのベルトクランプ力 F_1 、 F_2 は、完全に等しくはないが、ほぼ等しい（ $F_1 \approx F_2$ ）状態になる。

【0064】そして、この $T_1=0$ に対して、ベルトクランプ力 F_1 、 F_2 のいずれか又は両方を変更すると、図6中に破線で示すような出力トルク線（添付数字は出力トルクの大きさを示す）に応じた大きさの駆動トルクが発揮される。なお、CVTによる出力トルク（伝達トルク）を大きくするには、ベルトクランプ力 F_1 、 F_2 を一定以上大きくしないとスリップを生じてしまう（図6中に示すスリップ領域）ので、このスリップ領域を除いてベルトクランプ力 F_1 、 F_2 を設定することになる。

【0065】したがって、例えばベルトクランプ力 F_1 、 F_2 が点Aの状態から、ベルトクランプ力 F_1 を増加させると、その増加量に応じて前進側入力トルク T_{r1} が増加する。例えば前進側入力トルク T_{r1} を5kg・mとするには、ベルトクランプ力 F_1 を点Bで示す大きさまで増加させればよい。また、後進側入力トルク T_{r1} を5kg・mとするには、ベルトクランプ力 F_1 を点Cで示す大きさまで増加させればよい。

【0066】また、エンジン1及びモータ兼発電機2か

らの出力は、エンジン1の出力及びモータ兼発電機2の出力又は負荷を調整することで制御することができるが、ここでは、エンジン1の出力及びモータ兼発電機2の出力又は負荷も、CVT3と同様に車速、アクセル開度、道路勾配、旋回半径等に基づいて、エンジンコントローラ24やモータコントローラ21によって制御されるようになっている。

【0067】本発明の第1実施形態としてのハイブリッド電気自動車用駆動装置は、上述のように構成されているので、車両の停止時には、入力プーリ3Aと出力プーリ3Bとの各ベルトクランプ力 F_1 、 F_2 を図6に示す $T_{r1}=0$ の直線上に乗るように制御して、CVT3の速度比 $r(=N_2/N_1)$ が所定値(ここでは、1.8)となるようにする。

【0068】この状態では、エンジン1及びモータ兼発電機2は停止してもよいが、発進にそなえるためには少なくともモータ兼発電機2をモータ作動させるか、エンジン1のみ又はエンジン1及びモータ兼発電機2をともに作動させて、入力軸13に駆動力が入力されるようにする。この場合、入力軸13に入力された駆動力は、図1に矢印で示すように、3軸噛合歯車4、遊星ギヤ機構5、CVT3と循環してこれらの駆動のみに用いられるため、入力軸13に入力する駆動力は僅かなものでよい。したがって、例えばエンジン1作動時には、モータ兼発電機2の発電機として作動させてエンジン1の出力*

$$T_2 = 0.59 \cdot T_{r1} = 0.59 \times 5 \approx 3 \text{ (kg} \cdot \text{m)}$$

$$T_1 = T_2 / 11.1 = 3 / 11.1 \approx 0.27 \text{ (kg} \cdot \text{m)}$$

即ち、出力軸トルク T_2 に対してプーリ入力トルク T_{r1} はやや大きくなるが、出力軸トルク T_2 に対して入力軸トルク T_1 は極めて小さくてよいものになり、エンジン1及びモータ兼発電機2の出力が僅かでも、大きな駆動出力トルクを得ることができるようになるのである。

【0072】そして、発進後には、車両の走行状態、つまり、車速、アクセル開度、道路勾配、旋回半径に基づいて、クランプ力コントローラ23によりベルトクランプ力 F_1 、 F_2 を制御しながら、加速、減速、停止更にはその後の後退等を制御することができる。この制御時に、遊星ギヤ機構5では、発進時や加速時には、図3に示す直線③、⑤のように、サンギヤ5A側(CVT3の出力軸側)及びリングギヤ5B側(CVT3の入力軸側)の回転速度を高めながらトルク伝達を行ない、キャリア5C側(出力軸6側)の回転速度が高められていくと、直線④のように、サンギヤ5A側(CVT3の出力軸側)及びリングギヤ5B側(CVT3の入力軸側)の回転速度は低めに抑えながら、キャリア5C側(出力軸6側)は高速回転を行なうようにさせながら車両の定常走行を行なうことができる。

【0073】また、減速時には、エンジン1を停止させモータ兼発電機2を発電機作動させて負荷を与えることで、回生ブレーキを発生させることができ、この回生量

*の多くをモータ兼発電機2による発電に用いて、バッテリーを充電するようにしてもよく、もちろん、エンジン1を停止させモータ兼発電機2を微小出力でモータ作動させてもよい。

【0069】この停止状態から発進(前進又は後退)する場合、ドライバの要求(即ち、アクセル開度)に応じた出力トルクが得られるようにする必要があり、発進時のアクセル開度上方から目標とする出力トルクを設定し、この目標出力トルクが得られるように、クランプ力コントローラ23を通じて、ベルトクランプ力 F_1 、 F_2 のいずれか又は両方を制御する。

【0070】例えば、前進側の入力トルク T_{r1} を $5 \text{ kg} \cdot \text{m}$ とするには、ベルトクランプ力 F_1 を図6に示す点Aに示す状態から点Bで示す状態へ増加させればよい。この発進時($r=1.8$)における入力プーリ3Aに入力されるトルク T_{r1} に対する駆動出力軸6から出力されるトルク T_2 の比(T_2/T_{r1})及び入力軸トルク T_1 に対する駆動出力軸6から出力される出力軸トルク T_2 のトルク比(T_2/T_1)は、図4に実線及び破線で示すトルク比特性曲線のように、それぞれ、 $T_2/T_{r1}=0.59$ 、 $T_2/T_1=11.1$ となるので、プーリ入力トルク T_{r1} を $5 \text{ (kg} \cdot \text{m)}$ だけ得る場合には、出力軸トルク T_2 及び入力軸トルク T_1 は以下のようになる。

【0071】

も、リングギヤ5B側(CVT3の入力軸側)の回転速度を確保することが可能なので、十分な回転速度でモータ兼発電機2を発電機作動させて、効率よい制動と効率よいエネルギー回収を行なうことができる。

【0074】また、直線②のように、CVTの速度比 r を大きくして、サンギヤ5A側(CVT3の出力軸側)とリングギヤ5B側(CVT3の入力軸側)との速度比を大きくすることで、車両を後退させることができる。このように、本ハイブリッド電気自動車用駆動装置では、車速とは関係なく、エンジン1やモータ兼発電機2を作動させることができ、制動エネルギーの回生の自由度が大きく、CVT3を制御しながら減速時に効率よいエネルギー回生により、十分な燃費改善効果が得られるとともに、制動性能も向上させることができる。したがって、従来の機械式ブレーキに頼る率を低減することができ、車両重量低減やコスト低減にも寄与しうる。

【0075】また、駆動出力を特に要求される発進時には、エンジン1及びモータ兼発電機2からの駆動力に対して極めて大きな発進トルクを得ることができ、エンジン1及びモータ兼発電機2を低出力のものにしても、十分な発進性能を確保することができる。また、高速走行中は、エネルギーの不要な循環を抑制しつつ高効率(図5参照)で車両を駆動することができ、この点でもエネル

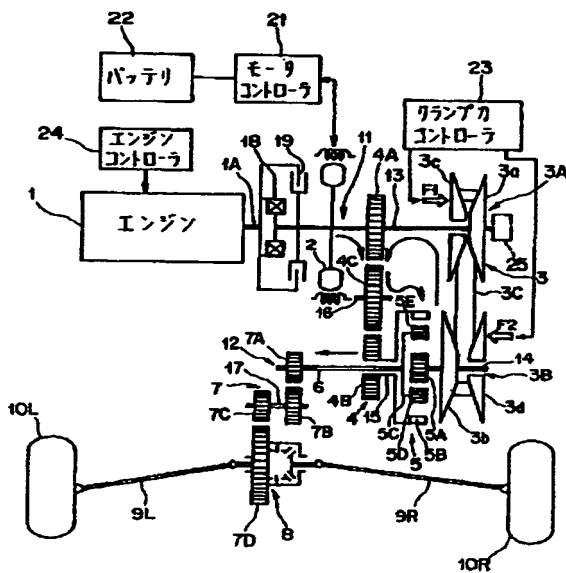
車用駆動装置の要部の速度特性を示す速度線図である。

【図12】第2従来技術にかかるハイブリッド電気自動車用駆動装置の構成を示す模式図である。

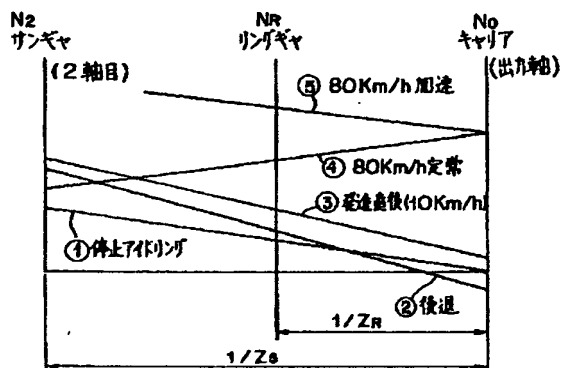
【符号の説明】

- 1 エンジン
- 2 モータ兼発電機
- 3 無段変速機 (CVT)
- 3A 入力側プーリ
- 3B 出力側プーリ
- 3C ベルト
- 3a, 3b 固定シープ
- 3c, 3d 可動シープ

【図1】

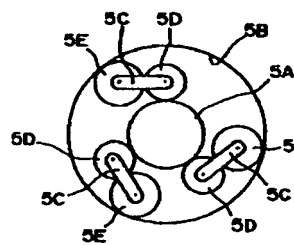


【図3】

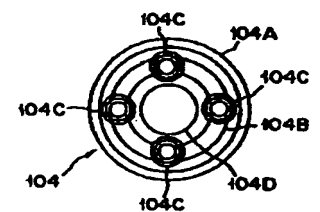


- * 4 3軸嚙合歯車
- 5 遊星ギヤ機構
- 6 出力軸 (駆動出力軸)
- 7 減速ギヤ機構
- 8 差動機構
- 9L, 9R 駆動軸
- 10L, 10R 駆動輪
- 18 ワンウェイクラッチ
- 19 始動クラッチ
- 10 21 モータコントローラ
- 22 バッテリ
- * 23 クランプ力コントローラ

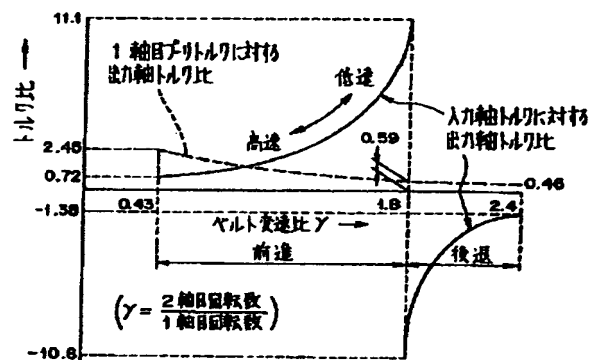
【図2】



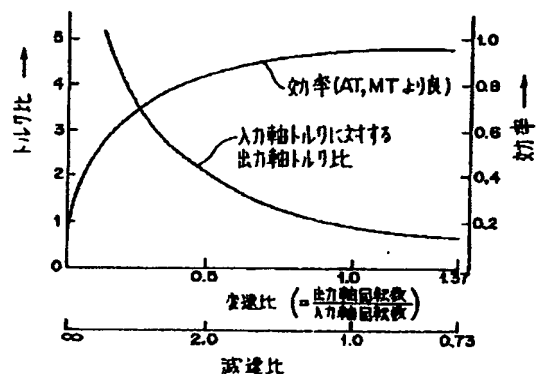
【図10】



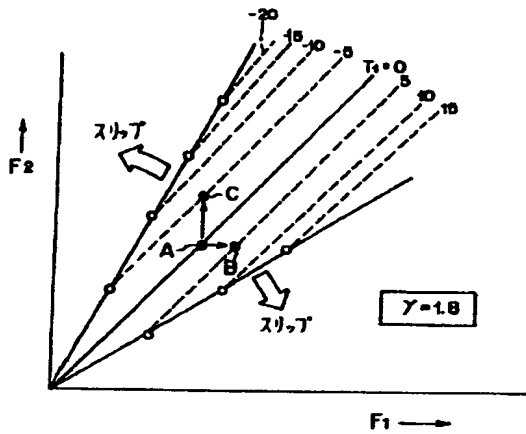
【図4】



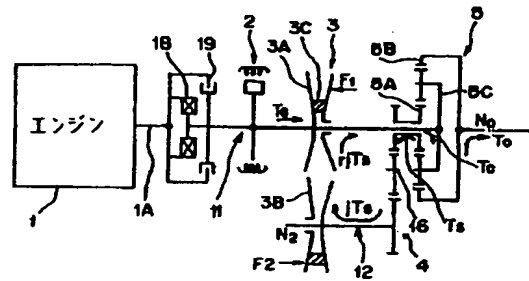
【図5】



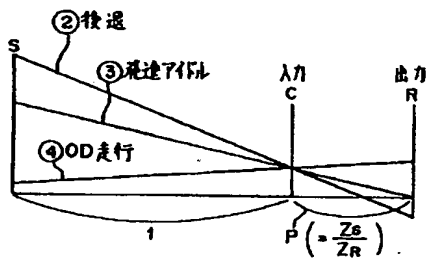
【図6】



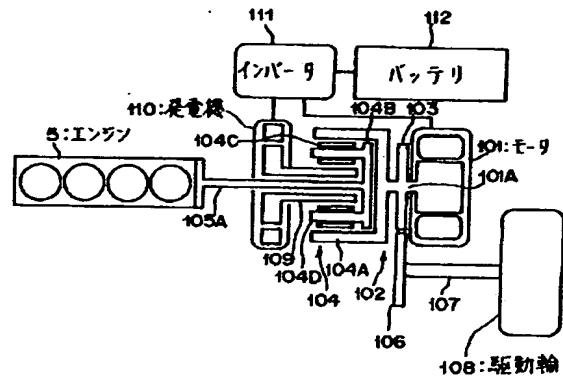
【図7】



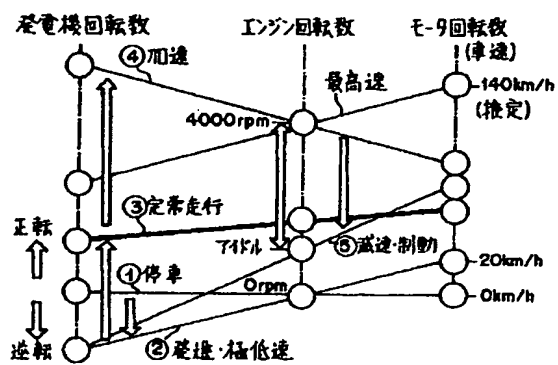
【図8】



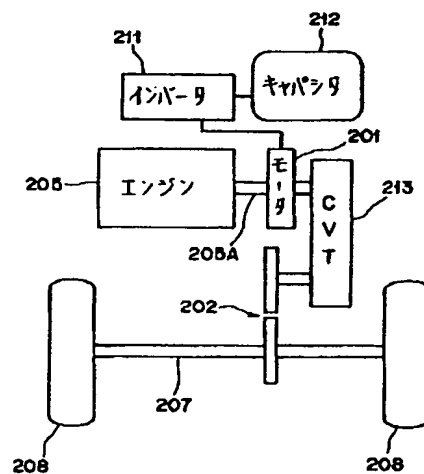
【図9】



【図11】



【図12】



THIS PAGE BLANK (USPTO)